

La presente Hoja y Memoria han sido realizadas por la Empresa Nacional ADARO, S. A., con normas, dirección y supervisión del IGME, habiendo intervenido los siguientes técnicos superiores:

*Cartografía y Memoria:* T. de Torres Perezhidalgo, Ing. de Minas; *Sedimentología:* M. C. Fernández Luanco, Lic. en Ciencias Geológicas, y F. Leyva Cabello, Lic. en Ciencias Geológicas; *Micropaleontología:* L. F. Granados, Lic. en Ciencias Geológicas; F. Martínez Fresneda, Ing. de Minas, y J. Borragán Pastor, Dr. en Ciencias Geológicas; *Supervisión:* S. Antón Alfonso, Ing. de Minas.

## INFORMACION COMPLEMENTARIA

Se pone en conocimiento del lector que en el Instituto Geológico y Minero de España existe para su consulta una documentación complementaria de esta Hoja y Memoria, constituida fundamentalmente por.

- Muestras y sus correspondientes preparaciones.
- Informes petrográficos, paleontológicos, etc., de dichas muestras.
- Columnas estratigráficas de detalle con estudios sedimentológicos.
- Fichas bibliográficas, fotografías y demás información varia.

Servicio de Publicaciones - Claudio Coello, 44 - Madrid-1

Depósito Legal: M-24.578-1977

Imprenta IDEAL - Chile, 27 - Teléf. 259 57 55 - Madrid-16

## INTRODUCCION

La Hoja de Dos Hermanas está caracterizada por la presencia de todas las facies andalucenses, hasta ahora identificadas en la cuenca del Valle del Guadalquivir, a excepción de las margas azules.

El río Guadalquivir, que atraviesa de N. a S. la Hoja, marca un considerable cambio de las facies neógenas; al E. se encuentran las calcarenitas o «caliza tosca» de Carmona y las margas verdes que marcan el tránsito del Andalucense al Plioceno, al Oeste, se encuentran los limos amarillos y el tramo de alternancias.

Sobre estos depósitos neógenos, en ambas márgenes se colocan en discordancia erosiva las Arenas Basales pliocuaternarias, y sobre éstas, los términos rojos de areniscas y conglomerados de un glacis cuaternario que denominaremos Formación Roja.

Según nos desplazamos de Norte a Sur, vemos cómo con una suave pendiente regional se va dulcificando el relieve, sumergiéndose las formaciones bajo los sedimentos de marisma, que constituyen prácticamente todo el borde sur de la Hoja.

## 1 ESTRATIGRAFIA

### 1.1 MIOCENO SUPERIOR

El Mioceno Superior de la Hoja de Dos Hermanas está compuesto únicamente por sedimentos de edad andalucense y sólo pertenecientes a la regresión de esta edad.

Se han separado dos tramos; uno, el Tramo de alternancias, en la Base, y otro, la Formación Amarilla, que comporta tres cambios de facies: Las arenas limosas amarillas, las calcarenitas o «caliza tosca» de Carmona y las margas verdes intercaladas en esta última.

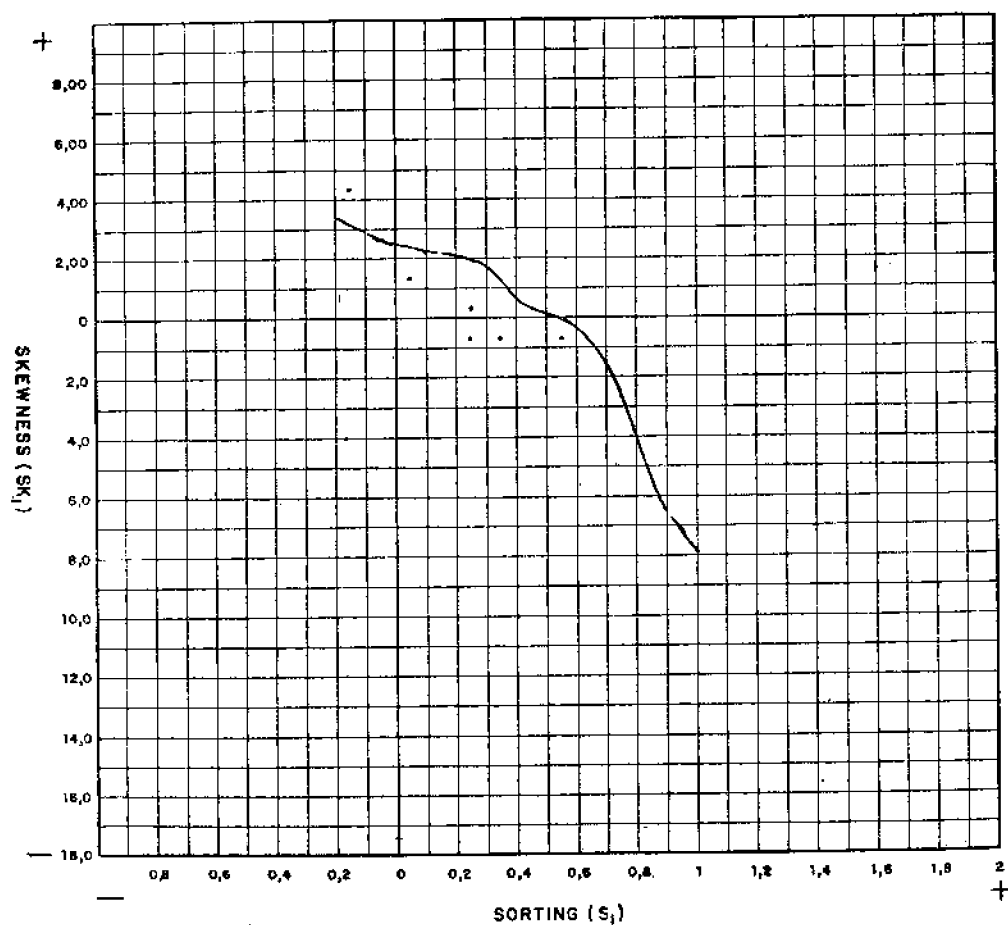


DIAGRAMA SORTING-SKEWNESS DE LA FORMACION  $T_{12}^{Rc}$

Figura 1

### 1.1.1 Tramo de alternancias $T_{12}^{Rc}$

El nivel geológico más antiguo que se encuentra en la Hoja de Dos Hermanas es el denominado Tramo de alternancias —de edad andaluciense—, que fue individualizado por primera vez en las Hojas de Lora del Río y de Sevilla, y que en esta Hoja sólo aparece en la margen derecha del río Guadalquivir.

Como su nombre indica, está constituido por una alternancia de pequeños bancos (30-50 cm.) de margas arenosas marrones y verdes, arenas de playa

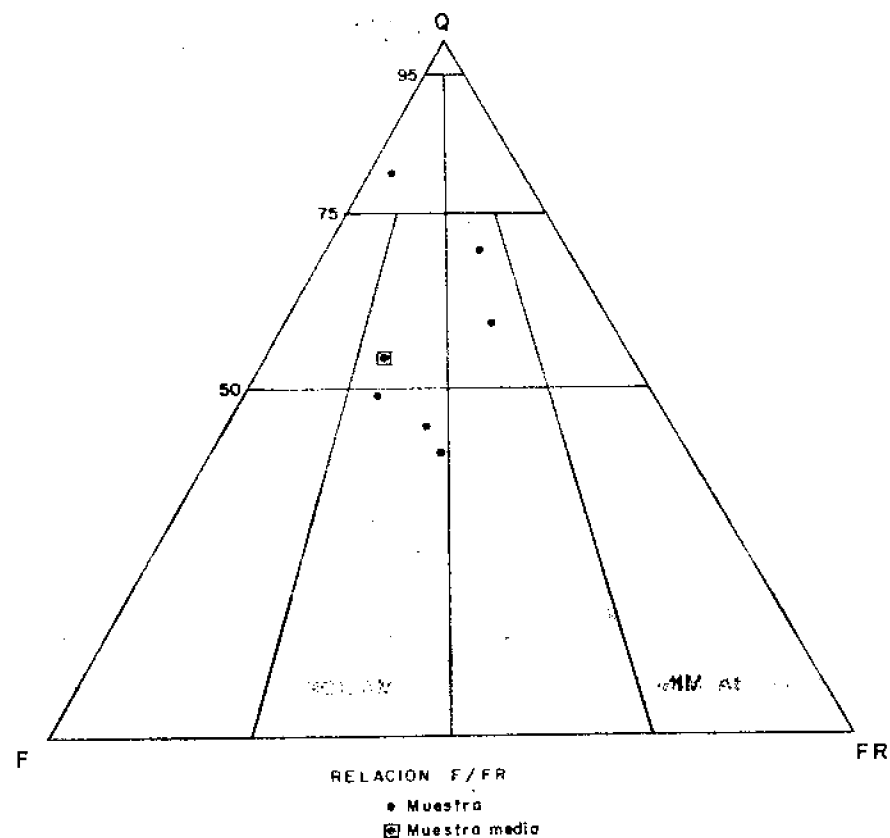


DIAGRAMA DE FOLK DE LA FORMACION  $T_{12}^{Rc}$

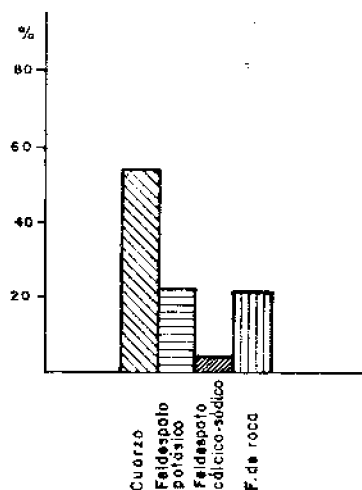
Figura 2

con estratificación cruzada —«medium» y «long scale»— y niveles que son de idéntica constitución que el tramo de arenas limosas amarillas que se independizan cartográficamente sobre este nivel, buzando 8-10° en dirección SSE.

Localmente —Cantera de Coria del Río, X: 308.677, Y: 381.575— los niveles margosos de la alternancia llevan cantidades relativamente grandes de plantas continentales, pero al contener grandes cantidades de pirita, los restos están tan oxidados que un intento de estudio palinológico no produjo ningún resultado.

Las arenas —de las que el gráfico «sorting-skewness» da, como era de esperar, una facies de playa, figura 1—, llevan grandes pedazos de ostreidos, y según la clasificación de FOLK se trata de subarkosas (50 por 100), sublitarénitas (36 por 100) y más raramente cuarzenitas, figura 2.

Su histograma mineralógico aparece en la figura 3 y muestra un contenido elevado de fragmentos de roca y feldespatos (más del 20 por 100).



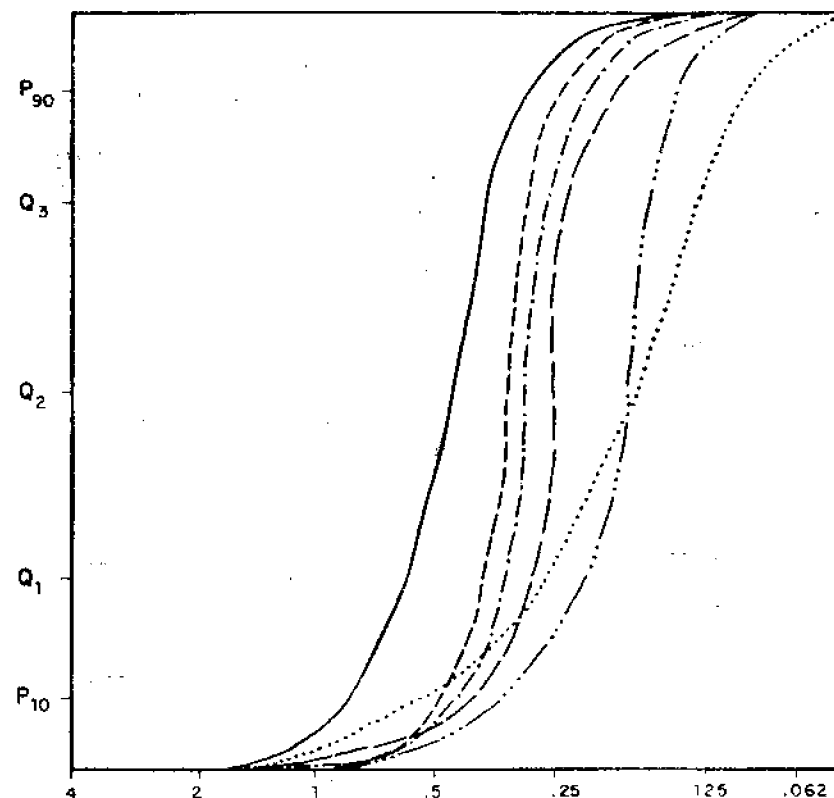
HISTOGRAMA MINERALÓGICO DE LA FORMACION  $T_{12}^{Bc}$

Figura 3

Sus curvas granulométricas acumulativas, figura 4, indican una clasificación buena.

Micropaleontológicamente está caracterizado por la presencia de:

*Globorotalia scitula ventriosa*, *G. acostaensis*, que nacen en el Tortoniense.



CURVAS GRANULOMÉTRICAS ACUMULATIVAS DE LA FORMACION  $T_{12}^{Bc}$

Figura 4

*Globorotalia miocenica*, que aparece en el Tortoniense Superior y se extingue a finales del Mioceno.

*Globorotalia menardii* y *Bolivinoidea miocenica*, que desaparecen con el Mioceno.

*Globorotalia margaritae* y formas ancestrales de la misma, que nacen en el Andaluciense.

Además, se encuentran numerosos foraminíferos bentónicos, como: *Elphidium crispum*, *Nonion soldanii*, *Florilus boueanum*, *Cibicides pseudungarianus*.

También se encuentran con gran frecuencia *Ammonia beccarii*, que es ca-

racterística de ambientes salobres —deltaicos— con un aporte considerable de aguas continentales y litorales.

También se encuentran grandes cantidades de otros foraminíferos, que no se incluyen dado que son menos valiosos para la datación del tramo.

La potencia de este tramo es de una veintena de metros. Como se trata de un cambio de facies local de los limos amarillos andalucenses, a veces varía la potencia del tramo, que incluye, aunque muy localmente, toda la potencia correspondiente a los limos amarillos.

Se han estudiado los ostrácodos presentes en algunas de las muestras y se han podido determinar los siguientes:

*Cytheridea neapolitana*, *Hemicytherideis elongata*, *Ilyocypris bholii*, en *Italica Cyteretta* sp.

Estos ostrácodos indican una edad Plioceno-Andalucense, y una facies costera muy litoral, salobre, dándose fundamentalmente en la desembocadura de los ríos.

#### 1.1.2 Formación amarilla: $Ts_{12}^{Bc}$ , $Tc_{12}^{Bc}$ , $Tmv_{12}^{Bc}$

Denominamos Formación Amarilla, basándonos en su característico colorido, a la unidad estratigráfica que representa la facies regresiva terminal del Andalucense en la Hoja de Dos Hermanas.

Está compuesta por una serie de arenas limoso-arcillosas,  $Ts_{12}^{Bc}$ , que ocasionalmente llevan cantidades importantes de moluscos, pectínidos, ostreidos, pero sin llegar a constituir una lumaquela, areniscas calcáreas bioclásticas  $Tc_{12}^{Bc}$  y unas margas verdes poco potentes  $Tmv_{12}^{Bc}$ , que aparecen intercaladas en el término anterior.

Arenas limosas arcillosas  $Ts_{12}^{Bc}$ , se encuentran sobre el tramo de alternancias en la margen derecha del río Guadalquivir y como cambio lateral de facies de las «calcarenitas» de Carmona en la otra margen.

Se trata de arenas limoso arcillosas, con pasadas muy locales (20 cm.) y poco frecuentes de areniscas fuertemente cementadas por cemento calcáreo y con cantidades variables, pero apreciables de glauconita.

La macrofauna recogida permitió clasificar las siguientes especies:

*Pecten praebenedictus* TOURNOUER, *Chlamys scabrella fomicii*, HILBER, *Ch. scabrella* cf. *niedzwiedzii*, HILBER, *Ch. macrotis* SOWRBY, *Cubitostrea* cf. *producta*, RAULIN-DELBOS.

Fauna de amplia distribución, que sólo permite una datación como Mioceno. La microfauna recogida y clasificada es la siguiente:

*Anomalina*, *Ammonia beccarii*, *A. beccarii inflata*, *Cibicides refulgens*, *Elphi-*

*dium crispum*, *E. complanatum*, *Melonis soldanii*, *Florilus boueanum*, *Globorotalia scitula*, *Cibicoides*, *Radiolarios*.

Se trata de una facies muy litoral.

En las restantes Hojas del Valle del Guadalquivir esta formación se ha denominado siempre como «Limos amarillos»; al ser en esta zona de la cuenca las facies mucho más litorales, hay un cambio en la granulometría del sedimento, así como un evidente empobrecimiento de la microfauna, por ello hemos considerado conveniente cambiar su denominación a arenas limoso arcillosas.

Una determinación de ostrácodos de una muestra de esta formación dio las siguientes especies:

*Hemicytherideis* sp., *Cytheridea neapolitana*, *Cyamocytheridea*, *Ciprideis* sp., *Costa edwardsii edwardsini*, *Mytilus cymbaeformis* var. *Falunia costata* sp., *Callistocythere* sp. *Microcypris farrosa*, *Loxocythere* sp.

De estas especies determinadas, la *Mytilus cymbaeformis* var. es una especie que está restringida al Andalucense en el Corte de Carmona.

Pero el conjunto faunístico no permite más que una datación de Andalucense-Plioceno.

El ambiente que indica la asociación de fauna es marino litoral muy cercano a la costa.

#### Calcarenitas $Tc_{12}^{Bc}$

Este término —denominado localmente calcarenita o caliza tosca— lo consideramos como un cambio de facies lateral y vertical de los limos amarillos descritos previamente; por ello, los describimos en el mismo apartado junto con las margas verdes andalucenses.

En la Hoja de Dos Hermanas, por datos de pozos y sondeos cortos sabemos que este tramo calcáreo está suprayacente al tramo de alternancias, aunque en otras zonas del Valle del Guadalquivir lo está a las margas azules del Andalucense. Debido a este hecho, cuando el contacto se hace gradual debido al tramo de alternancias es difícil de observar, caso contrario del contacto neto observable entre las margas azules y las calcarenitas.

Petrográficamente, se trata de biosparruditas arenosas con micrita recristalizada, con todos los pasos graduales a biomicrodritas arenosas con esparita recristalizada. Lleva los siguientes porcentajes: esparita autigénica (10-30 por 100), micrita (10-30 por 100), cuarzo (15-35 por 100), feldespatos (1-2 por 100), F. de roca (0-2 por 100).

Lleva, como minerales accesorios, óxidos de hierro, micas, glauconita, zircón, turmalina, etc. Según las muestras, la recristalización varía de moderada a fuerte.

La estratificación es variable, de masiva a bien estratificada, presentando localmente, aunque con frecuencia, estratificación cruzada.

Al N. de Dos Hermanas encontramos esta formación con un buzamiento de 10-12° N.NO. Mientras que al sur de esta población buzán las calcarenitas 8-10° S.SO. Esta diferencia notable en la dirección del buzamiento puede deberse a una tectónica relativamente moderna, asociada a una última pulsación del frente olistostrómico —situado más al Sur— y que produjo un levantamiento diferencial de las calcarenitas con una alteración de su sentido de buzamiento.

En una cantera de la Hoja contigua al E. (X: 427.476, Y: 290.421) se ha podido observar una intradiscordancia que aunque local indica movimientos en la cuenca durante la deposición de las calcarenitas y afianzaría la idea de una posibilidad de un levantamiento tardío de parte de las calcarenitas.

La máxima potencia de los afloramientos es de unos sesenta metros. Los restos fósiles en general están muy rotos y son difícilmente clasificables, aunque a simple vista se pueden ver muchos fragmentos de pectínidos y ostreidos, así como algún *Balanus* algo completo.

No obstante, en la base visible de la formación, bajo el castillo de Alcalá de Guadaira, se encontró un nivel posiblemente de menor energía de depósito, y en el que se pudieron observar y recoger gran cantidad de equinodermos regulares e irregulares, y que fueron clasificados como *Schizechinus* cf. *tuberculatus* (POMEL), *Enpatagus* sp., *Brissus* sp.

También se recogieron los siguientes moluscos: *Ostrea* cf. *lamellosa* BROCCHI, *Glycymeris* sp., *Pecten praebenedictus* Tournouer, fósiles que tienen todos ellos una distribución muy amplia.

Debido a que se ha de realizar lámina transparente, su estudio revela poca microfauna y además pertenecientes a foraminíferos bentónicos: *Ammonia beccarii*, *Florilus boueanum*, *Spiroplectammina carinata*, *Elphidium crispum*, etc., así como ingentes cantidades de fauna resedimentada del Cretácico, Eoceno, Oligoceno-Mioceno Inferior.

Es, pues, notoria la falta de buenos argumentos micropaleontológicos para la datación de las calcarenitas; no obstante la existencia de un tramo margoso intercalado —que a continuación describiremos— y la existencia local de unas margas verdes pliocenas concordantes sobre esta formación, nos permiten datar esta formación como Andaluciense, aunque quizá los últimos tramos podrían pertenecer al tránsito Andaluciense-Plioceno.

Hemos considerado como un cambio lateral de las calcarenitas la serie que aparece en el corte que realiza el Canal Bajo del Guadalquivir en el Cerro de la Corchuela (X: 300.839, Y: 394.939), donde en vez de la facies habitual de areniscas calcáreas bioclásticas, aparece una serie visible (unos 100 m.) compuesta por una alternancia de areniscas, arenas, limos arenosos

y margas de color verdoso. En las areniscas que se presentan en paquetes de hasta 1 m. de potencia, es fácil ver estructuras hidrodinámicas —estratificación cruzada— y algunas estructuras de carga.

Interpretamos esta serie como un paso lateral de las calcarenitas, a favor de una leve subsidencia diferencial en una zona de ensenada a la cual posteriormente se adaptó el cauce actual del río Guadalquivir.

#### Margas verdes T<sub>12</sub><sup>Bc</sup>

Intercaladas a los tramos de areniscas calcáreas bioclásticas —«calcarenitas» o «caliza tosca»—, se han encontrado una pasada de margas verdes, que tienen una potencia que varía de unos centímetros —Cantera de Alcalá de Guadaira, X: 292.014, Y: 400.930—, a un metro —Cantera de Dos Hermanas, X: 309.339, Y: 399.128—, único lugar donde se han cartografiado.

Se trata de unas margas verdes muy plásticas, con granos de cuarzo y abundante pirita, y con nivelitos de calcarenita resedimentada que nosotros asimilamos a un depósito de «lagoon» restringido, creado entre dos barras costeras de calcarenita no totalmente imbricadas. Su interés principal radica en que al tener una microfauna abundante permite la datación por exclusión de los tramos infrayacentes, que al tenerse que estudiar por lámina transparente son más difíciles de datar.

Se encontraron las siguientes especies:

*Globorotalia plesiotumida*, G. ex. gr. *menardii*, G. *dalii*, G. *merotumida*, G. *pseudomiocenica*, *Bolivina scalprata miocenica*, B. *arta*, *Bolivina* *miocenica*, *Cassidulina laevigata*, que desaparecen con el Mioceno.

G. *acostaensis*, G. *miroensis*, G. *martinezi*, G. *gavalae*, que empiezan en el Tortoniense Superior.

*Globorotalia* sp. (forma ancestral de G. *margaritae*), que es Andaluciense.

#### 1.1.3 Margas verdes T<sub>12-2</sub><sup>Bc-B1</sup>

Se encuentran pequeños afloramientos de margas verdes del tránsito Andaluciense-Plioceno en Dos Hermanas en la denominada fábrica de aceitunas y que se presentan concordantes sobre las calcarenitas; pero con una entidad y extensión mayores, encontramos estas margas verdes al Sur de Dos Hermanas y hasta el borde de marisma, ya en la Hoja inmediata inferior de Los Palacios y Villafranca, donde la litología es más variada. Aunque predominan las margas verdes arenosas, a veces algo nodulosas y con manchas de pirita, hay pasadas aisladas de areniscas y limos arenosos de color marrón-amarillentos.

Se pudo recoger algo de macrofauna, que dio las especies siguientes:

*Pecten praebenedictus* Tournouer, *Pecten enchi* Styriacus, HILBER,

*Chlamys scabrella fomnickii*, HILBER, *Ostrea cf. digitalina* DUBOIS, que no permiten una datación de Mioceno Superior.

Puede decirse que en las margas verdes, faltan especies típicas del Plioceno (tomando como punto de comparación los estratotipos italianos), sin embargo, se observa ya alguna renovación microfaunística, junto con la persistencia de ciertas especies, que en la literatura se consideran como exclusivas del Mioceno.

Estos hechos inducen a PERCONIG a formular la hipótesis que las margas verdes podrían corresponder a un Plioceno más antiguo que el conocido en Italia (donde es sabido que tras un largo período de sedimentación predominantemente evaporítica, que corresponde al Mioceno terminal, se produce una súbita renovación de la fauna, en los depósitos marinos —generalmente transgresivos— situados sobre los yesos del Messiniense. Por el contrario, en el Andaluciense el tránsito es continuo.

La microfauna encontrada fue la siguiente:

*Globorotalia menardii*, *G. miocenica*, *G. plesiotumida*, *G. merotumida*, *Cassidulina laevigata*, *Bolivinoidea miocenica*, que desaparecen en el Mioceno.

*G. martinezi*, *G. scitula ventriosa*, *G. gavalae*, *Globigerinoides obliquus amplus*, que aparecen en el Tortoniense Superior.

*Globorotalia margaritae*, *Globigerinoides obliquus extremus*, *Orthomorphina tenuicostata*, que aparecen en el Andaluciense.

En algunas muestras se encontraron ostrácodos, que dieron las siguientes especies:

*Cytheridea neapolitana*, *Costa edwardsii edwardsii*, *Costa edwardsii runcinata*, *Carinocytherideis carinata*, *Callistocythere aff. rastrifera*, *Faluna stellata aff. stellata*, *Buntonia posteropunctata*, *Krithe soustonsensis*, *Cytherella pulchella*, *Xestoleberis sp.*, *Ruggieria tetraptera tetraptera*, *Falunia costata*, *Cytheridea acuminata*, *Cyamocytheridea sp.*, *Hemicytherideis elongata*, *Carinocythereis sp.*, *Costa edwardsii*, *Semicytherura*, *Mutilus punctatus*, *Hemicytherura defiorei*, *Loxoconcha sp.*

La presencia de *Hemicytherideis elongata* es muy interesante, ya que MOYES (1973), la encuentra en corte de Vejer de la Frontera y le da una edad post-miocénica; de todas formas la presencia de especies de amplia distribución no permite una asignación clara al Plioceno, pudiendo situar este tramo, al igual que por el estudio de microforaminíferos, en el tránsito Andaluciense-Plioceno.

La facies que indica esta asociación es litoral-costera-salobre, coincidente con la facies de los distintos tramos andalucienses de esta Hoja.

## 1.2 PLIOCUATERNARIO

### 1.2.1 Arenas Basales T<sub>2</sub>-Q

Con una fuerte discordancia erosiva, encontramos sobre los diversos términos neógenos la formación denominada regionalmente Arenas Basales. Debido al carácter erosivo del contacto su potencia es muy variable, pero

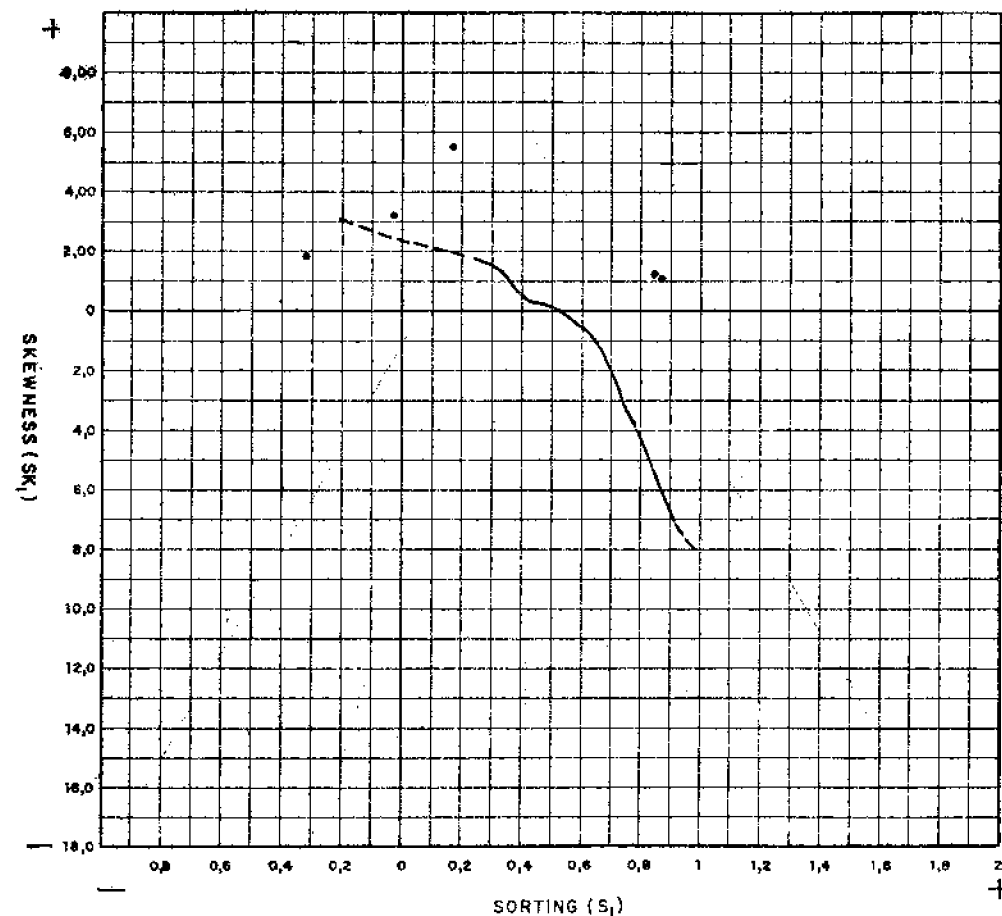


DIAGRAMA SORTING-SKEWNESS DE LA FORMACION T<sub>2</sub>-Q

Figura 5

se han llegado a apreciar hasta veinte metros. En la margen derecha del Guadalquivir alcanza una mayor extensión y potencia que en la izquierda, donde al haber desaparecido la Formación Roja, en la mayoría de las zonas, están sometidas a la erosión.

Estas Arenas Basales, que en las Hojas del borde marino actual del Valle del Guadalquivir tienen una facies deltaica, en la Hoja de Dos Hermanas, a pesar de que se han podido tomar pocas muestras que se reparten entre la zona de playas —abajo de la línea curva del gráfico «sorting-skewness»— y en la zona de sedimentos fluviales —arriba de la línea anteriormente citada—, figura 5.

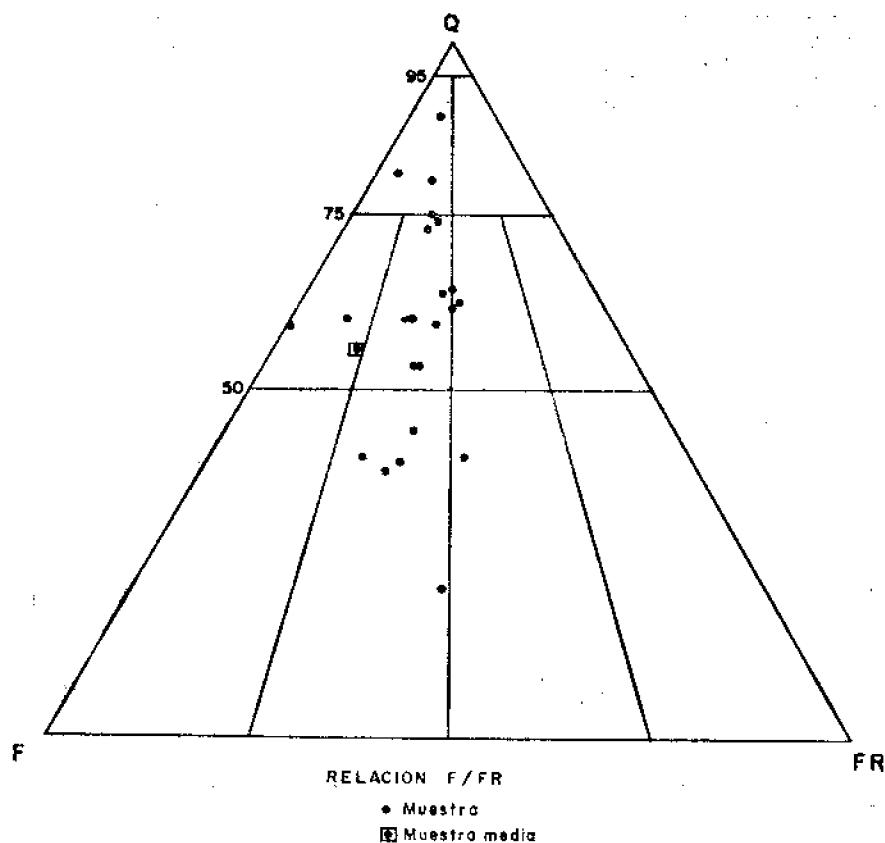
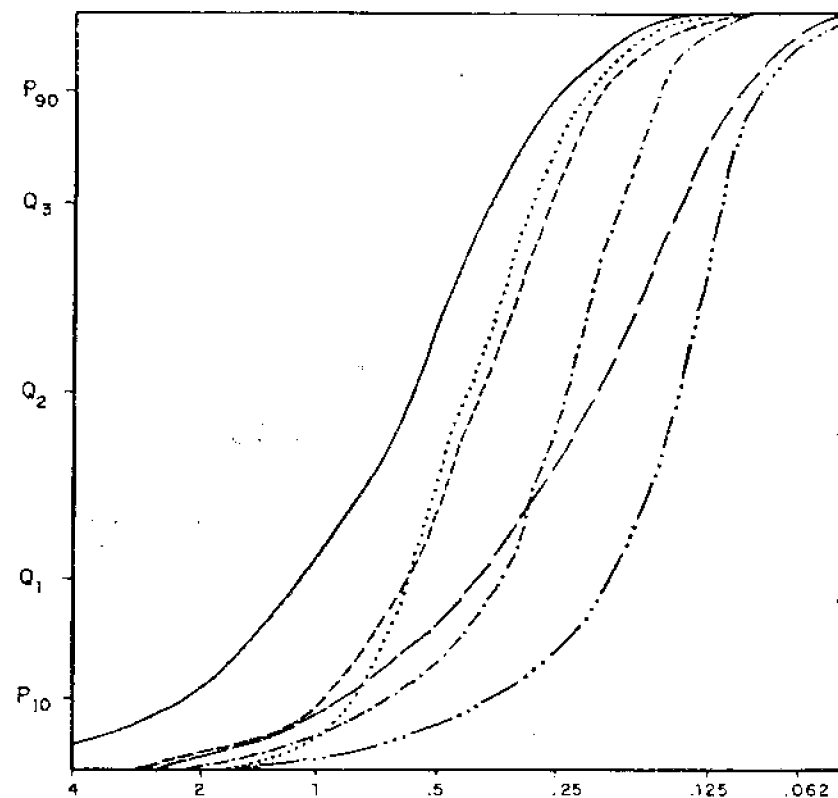


DIAGRAMA DE FOLK DE LA FORMACION T<sub>2</sub>-Q

Figura 6

Este hecho nos refuerza de idea de la existencia de un ambiente de ensenada en esta zona de la cuenca del Guadalquivir, que se conserva hasta los comienzos de la deposición de la Formación Roja.

Según el Diagrama de Folk para las areniscas, figura 6, predominan las litarkosas, luego las subarkosas y sólo existen algunas arkosas y litarenitas feldespáticas.



CURVAS GRANULOMETRICAS ACUMULATIVAS DE LA FORMACION T<sub>2</sub>-Q

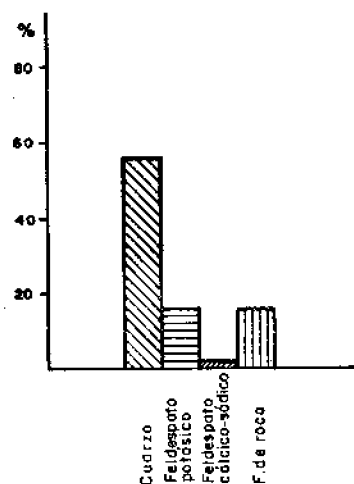
Figura 7

Las curvas granulométricas acumulativas, figura 7, indican una buena clasificación del sedimento.

Localmente se pueden observar algunas estructuras hidrodinámicas —es-

tratificación cruzada— y algunas impregnaciones de hierro procedentes de la alteración de las piritas.

El histograma petrográfico, figura 8, muestra un contenido del 55 por 100



**HISTOGRAMA MINERALOGICO DE LA FORMACION T<sub>2</sub><sup>B</sup>-Q**

*Figura 8*

de cuarzo, un 20 por 100 de feldespatos y un 16 por 100 de fragmentos de roca y un 9 por 100 de minerales pesados, no representados en el gráfico, que en los afloramientos son observables a simple vista, ya que marcan las bases de los sets de la estratificación cruzada.

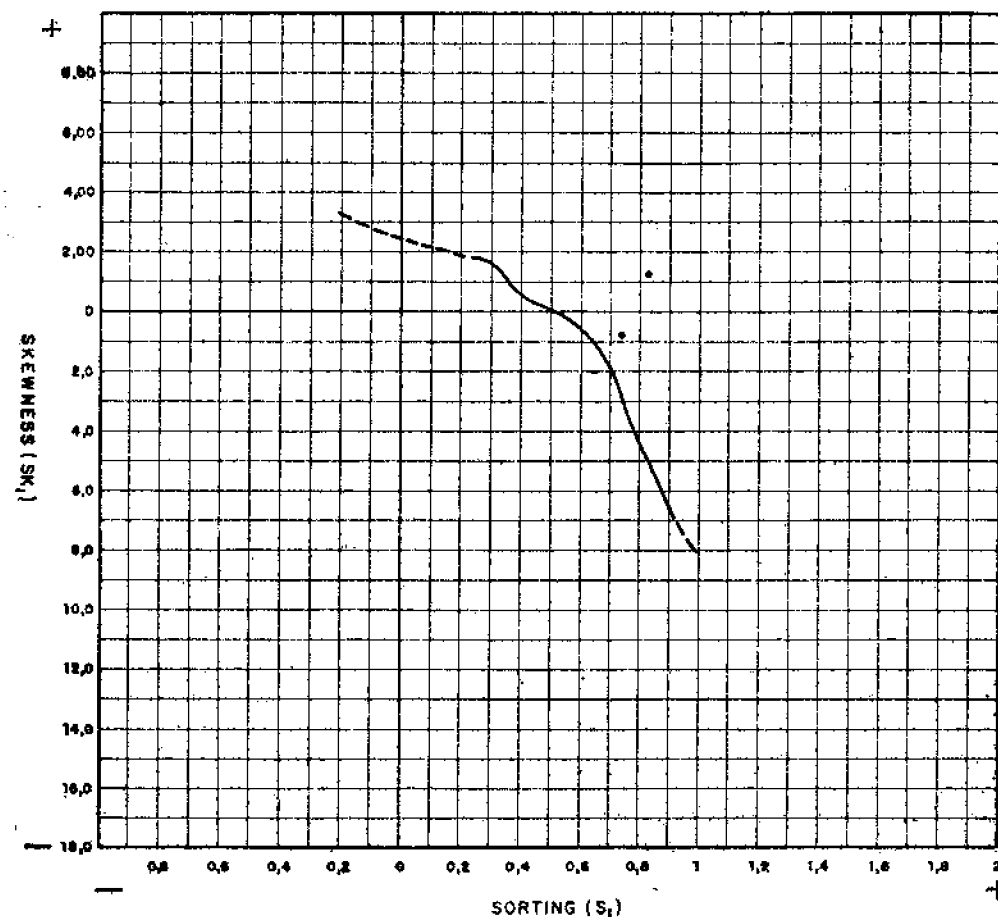
### 1.3 CUATERNARIO

#### 1.3.1 Formación Roja Qcg

Con una fuerte discordancia erosiva, encontramos la Formación Roja sobre las Arenas Basales, la cual morfológicamente puede asimilarse a un glacis de acumulación.

Está compuesta esta formación por un gran paquete de gravas, arenas y arcillas más o menos fuertemente cementado, con estratificación cruzada, visible localmente, y todo él fuertemente rubefactado, en el que se observan intradiscordancias. Su potencia es variable, pero en ocasiones puede llegar a superar los veinte metros.

Desde la parte norte de la Hoja y a ambos lados del Guadalquivir, la superficie del glacis desciende suavemente —una inclinación de unos 5°— hasta ponerse a nivel de la marisma.



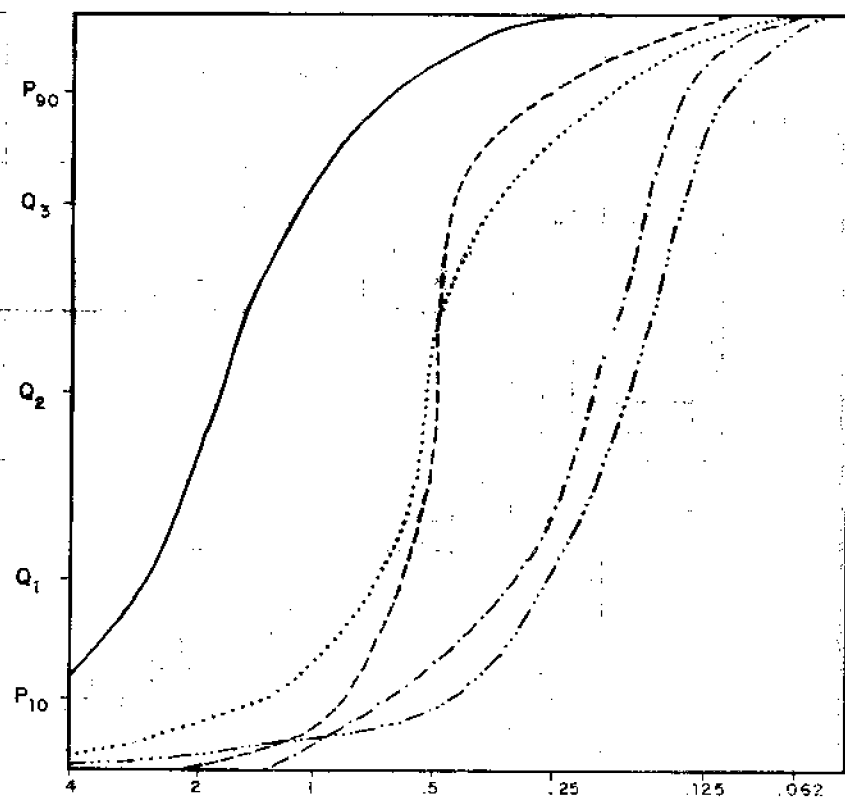
**DIAGRAMA SORTING-SKEWNESS DE LA FORMACION Qcg**

*Figura 9*

En numerosos afloramientos de la Hoja, así como de la contigua hacia el O., se han encontrado en la base de la Formación Roja, en su contacto con las Arenas Basales, unas pasadas de margas arenosas de color verde muy claro, en las que intentamos repetidamente encontrar una microfauna para poder datar la formación, en todas las muestras estudiadas fueron totalmente estériles.

El medio de sedimentación, como indica la figura 9, «sorting-skewness»,

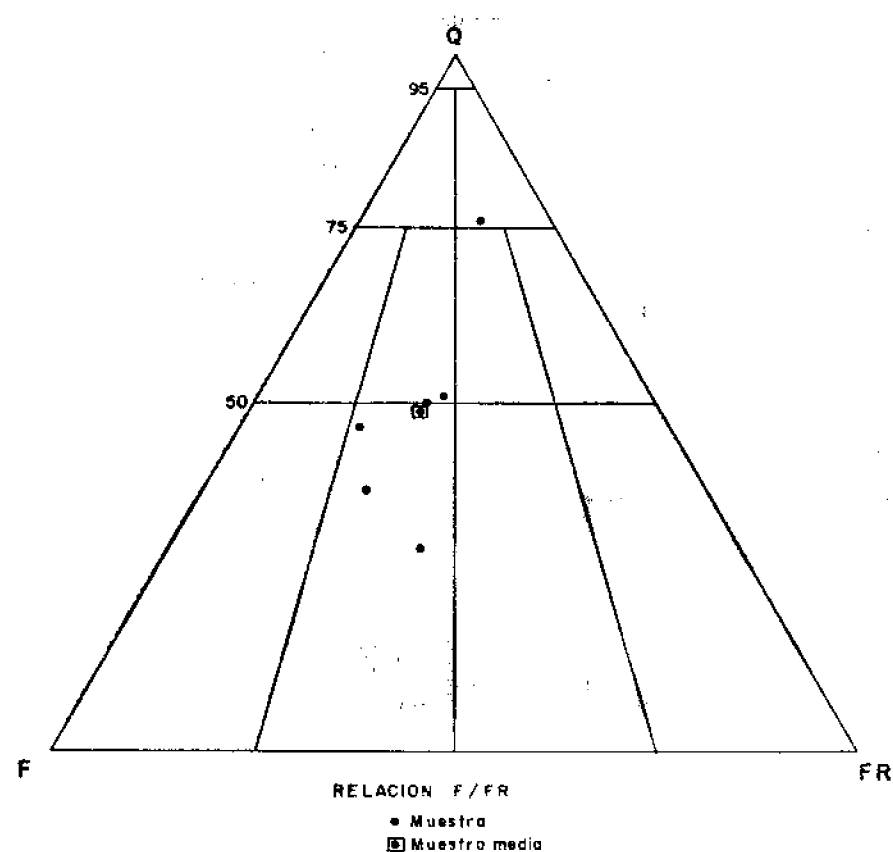




**CURVAS GRANULOMETRICAS ACUMULATIVAS DE LA FORMACION Qcg**

*Figura 10*

indica un medio fluvial; las curvas granulométricas indican una clasificación moderadamente buena, figura 10. Hecho inusitado en esta formación, que todo parece indicar de origen torrencial, la causa radica en que esta formación en su parte basal, zona visibe en las canteras, posee gran cantidad de Arenas Basales resedimentadas, de aquí que las muestras arenosas, que fueron tomadas para análisis granulométricos, fueron tomadas en esta zona, donde parecían más idóneas; por ello las curvas granulométricas acumulativas no dan la característica de esta formación, sino la del tramo más inferior resedimentado, cargado con gravas finas igualmente, esta zona basal del glacis, lleva frecuentes fragmentos de marga resedimentados, procedentes de formaciones neógenas desmanteladas.



**DIAGRAMA DE FOLK DE LA FORMACION Qcg**

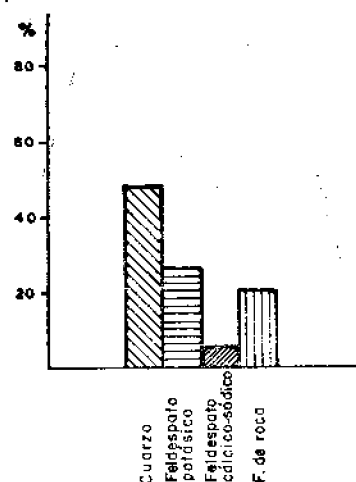
*Figura 11*

Según el diagrama triangular de Folk de la figura 11, predominan grandemente las litarkosas, con una pobre representación de sublitarenita.

El histograma petrográfico de esta formación, figura 12, revela un hecho muy llamativo, mientras que en las Arenas Basales, la cantidad de feldespatos era aproximadamente de un 20 por 100, en la Formación Roja es de un 30 por 100, cuando se debería esperar un porcentaje menor, debido primeramente a que al ser las arenas de la Formación Roja arenas de segunda generación, las partículas blandas —feldespatos— tienden a ser eliminadas por desgaste; en segunda parte hemos de considerar que las condiciones paleoclimatológicas de la deposición de una y otra formación son radical-

mente distintas. Al clima relativamente suave de las Arenas Basales, le sigue otro de fuertes precipitaciones y períodos xerotérmicos —causantes de las costras ferralíticas que se observan en la Formación Roja—, condiciones climatológicas que tienden a atacar los feldespatos, caolinizándolos.

Sólo podemos explicar este hecho anómalo por dos motivos: la inclusión en la Formación Roja de grandes masas de Arenas Basales, prácticamente movidas en bloque, y la presencia en la Hoja de un gran paleocauce, al que se adapta hoy el río Guadalquivir, y que sirvió para un rápido transporte de los sedimentos desde el área fuente paleozoica, con menores posibilidades de alteración. Esto también explicaría el alto contenido de fragmentos de roca de estas dos formaciones.



HISTOGRAMA MINERALOGICO DE LA FORMACION Ocg

Figura 12

### 1.3.2 Terraza alta QT<sub>2</sub>

La terraza más alta de la Hoja, limitada a la margen superior izquierda del río Guadalquivir, está constituida por una acumulación de cantos de gran tamaño (más de veinte centímetros de diámetro mayor), gravas, arenas y arcillas, siendo de destacar la gran cantidad de margas azules andalucien-ses que se encuentran resedimentadas en esta formación.

Según algunos pozos que se han practicado en esta formación, la potencia oscila entre unos ocho y diez metros.

### 1.3.3 Terraza baja QT<sub>2</sub>

En esta terraza es en la que actualmente se encauza el río Guadalquivir; sólo en su borde con la Hoja de Sevilla se ha podido constatar la existencia de gravas; el fuerte codo que realiza el río en Sevilla capital, produce una gran pérdida de carga en la corriente, por ello en las zonas más bajas sólo se sedimentan arenas y limos arenosos de color marrón amarillento, que quedan notablemente al descubierto en la gran corta que actualmente se realiza para la canalización del río.

### 1.3.4 Marisma alta QM<sub>1</sub>

Esta formación queda restringida al borde SE. de la Hoja, en la que ocupa una extensión muy limitada y posiblemente una pequeña potencia, apoyándose en esta zona sobre las Arenas Basales.

Está constituida por margas verdosas de una potencia de centímetros y limos arenosos con contenidos variables en arena y arcilla de colores que van del marrón al amarillo.

Sobre esta formación se observa en ocasiones una acumulación de varios decímetros de potencia de arenas removilizadas eólicamente de zonas vecinas y fijadas por el encharcamiento casi constante de la zona ocupada por esta formación.

### 1.3.5 Marisma media QM<sub>2</sub>

Los sedimentos correspondientes al nivel intermedio de marisma, se apoyan concordantemente sobre los niveles de la marisma alta.

En la Hoja de Dos Hermanas hemos separado convencionalmente la terraza inferior de la marisma intermedia; su separación es meramente morfológica donde el cauce del río Guadalquivir comienza a ensancharse y comienzan a aparecer los primeros meandros abandonados de esta Hoja.

Está constituido este nivel por limos muy finos de color oscuro, que localmente pueden ser más o menos arenosos.

### 1.3.6 Aluvial QAl<sub>1</sub>

Hemos diferenciado cartográficamente los aluviales de los rellenos de meandros abandonados; muy posiblemente parte de esta acumulación de sedimentos se debe a la acción antrópica al colocar numerosos diques y drenajes en el cauce del Guadalquivir, caños y zonas adyacentes que fueron lucios hasta hace unos decenios.

Se trata de sedimentos compuestos por limos y arenas, generalmente de poca potencia.

### 1.3.7 Aluvial QAI

Se trata de las acumulaciones aluviales en torrentes y pequeños afluentes del río Guadalquivir; son gravas, arenas, limos y arcillas procedentes de la erosión de los terrenos más antiguos.

### 1.3.8 Cuaternario indiferenciado Q

En el borde NE. de la Hoja encontramos parte de la vega de Utrera, la cual adquiere verdadera entidad en la Hoja vecina; este cuaternario diferenciado, que adquiere mayor complejidad en la Hoja de Utrera, está compuesto básicamente por los derrubios de ladera procedentes de la erosión de las calcarenitas andalucenses y arcillas de decalcificación procedentes de su alteración.

## 2 TECTONICA

Evidentemente, existe una herencia de un importante accidente de zócalo, producido durante la Orogenia Hercínica, que se localiza en el cauce bajo del río Guadalquivir, desde Sevilla capital, y que ha servido para que existiera una subsidencia zonal, una canalización de aportes continentales y ya en el Cuaternario una posible captura del río Guadalquivir.

Aparte de este hecho, sólo podemos, al hablar de tectónica, referirnos a la diferencia notable que existe entre la dirección de buzamiento y cota de la calcarenita al N. de Dos Hermanas N.NO. y al sur de esta misma población S.SO.

A este respecto, caben tres posibilidades básicas, pero respecto a las cuales no podemos pronunciarnos por falta de argumentos:

La existencia de un movimiento intraandalucense del olistostroma, como una pulsación tardía, que hubiese creado una irregularidad en el fondo del mar en el que se estaba depositando el tramo de alternancias y que a ambos lados de esta irregularidad se hubiesen depositado las calcarenitas, con lo cual esta diferencia de buzamientos sería sinsedimentaria.

Otra posibilidad sería una pulsación del olistostroma con posterioridad al depósito de las calcarenitas, pulsación que empujaría los niveles infra-yacentes a las calcarenitas y levantaría parte de ellas invirtiendo su buzamiento.

Finalmente, otra posibilidad sería la presencia de fallas de reacomodación posteriores a la regresión andalucense y al depósito de las calcarenitas.

## 3 HISTORIA GEOLOGICA

En su principal extensión, la cuenca terciaria del Valle del Guadalquivir yace sobre rocas paleozoicas, pero en su borde Sur, y en concreto en la cercanía de la Hoja que nos ocupa, se encuentran sedimentos Mesozoicos autóctonos.

Tras la emersión paleozoica, la cuenca primitiva entró en subsidencia parcial instaurándose un mar triásico, cuyos sedimentos cortados por los sondeos profundos realizados por VALDEBRO con fines de prospección petrolífera revelan características litológicas similares a las del Trías Subbético.

Las líneas de costa, indicadas para los mares del Lías y Jurásico-Cretácico, nos sugieren una subsidencia en equilibrio con la sedimentación, en un mar regresivo.

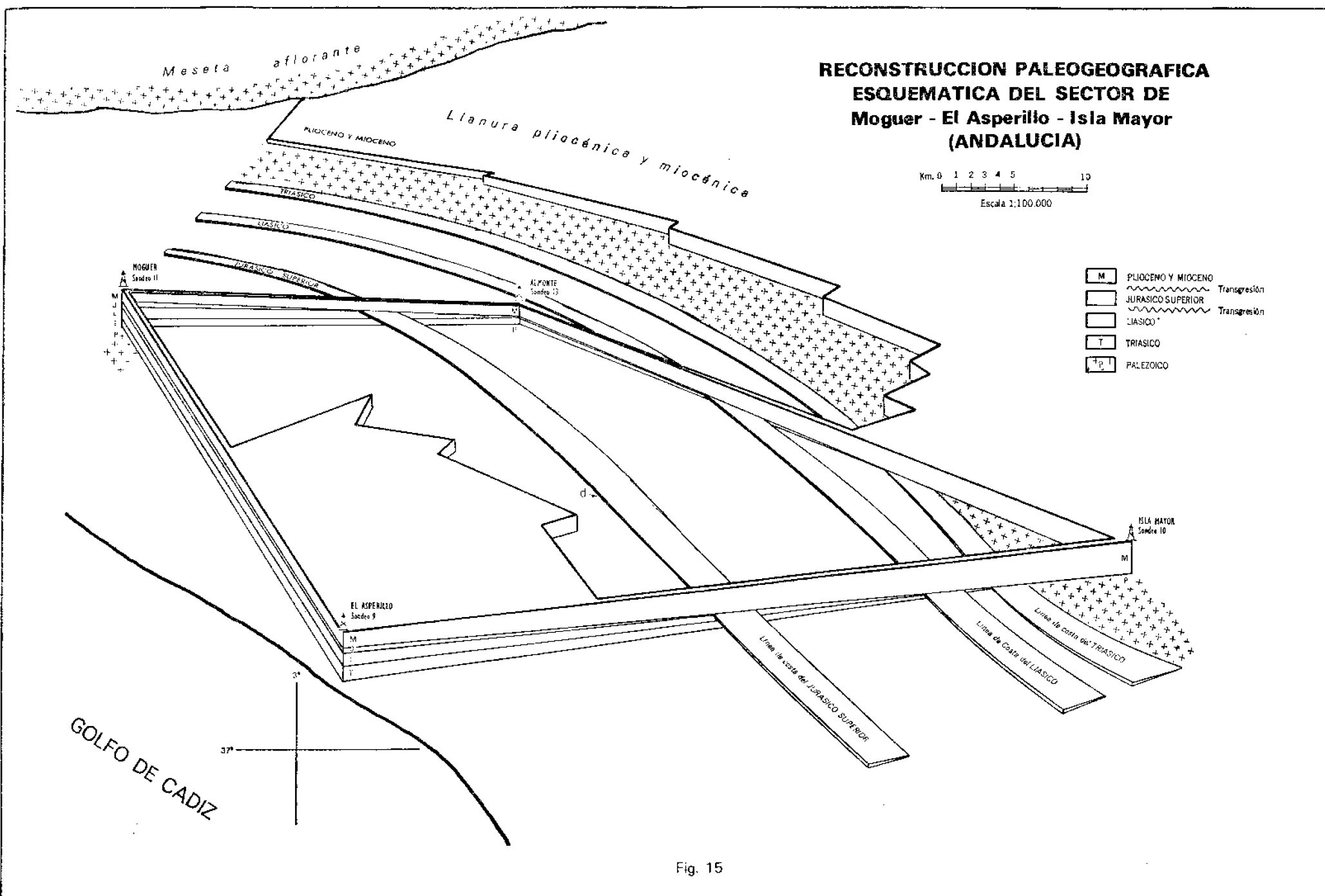
En el ámbito del Valle del Guadalquivir y hasta el Tortoniense se produce una falta total de sedimentación.

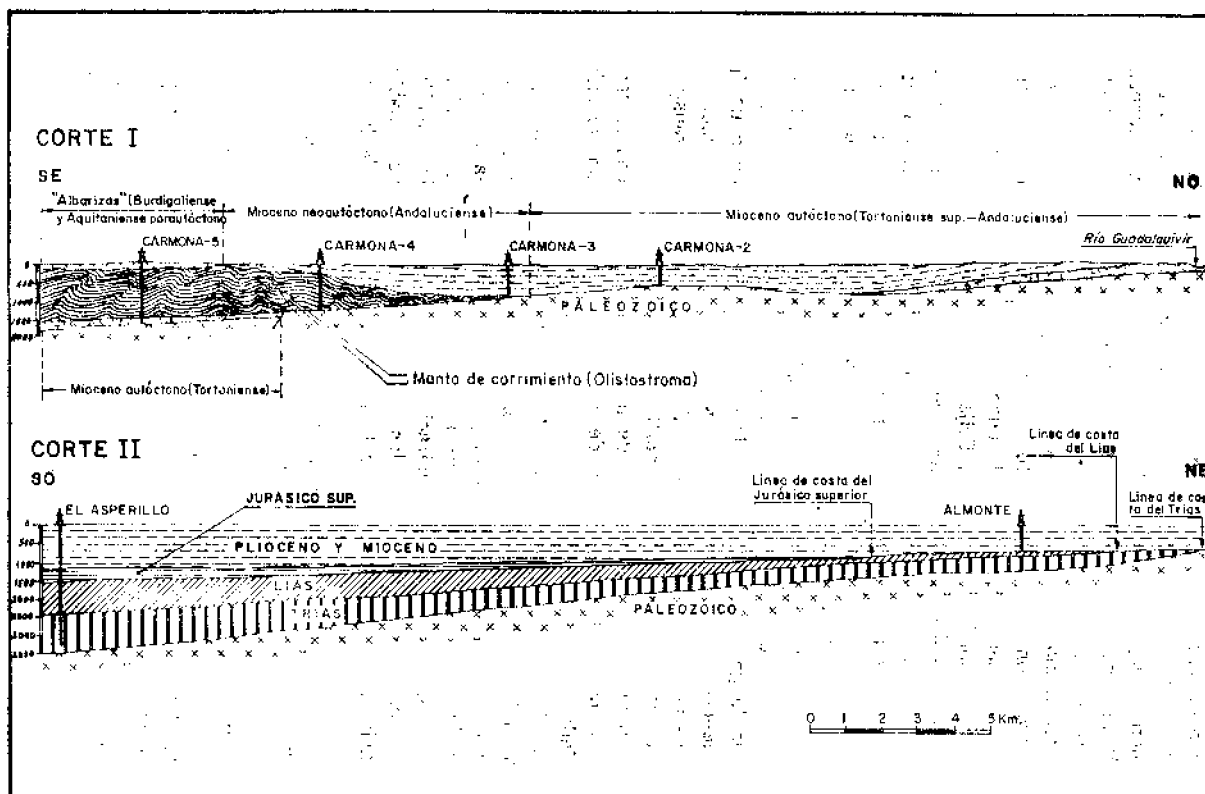
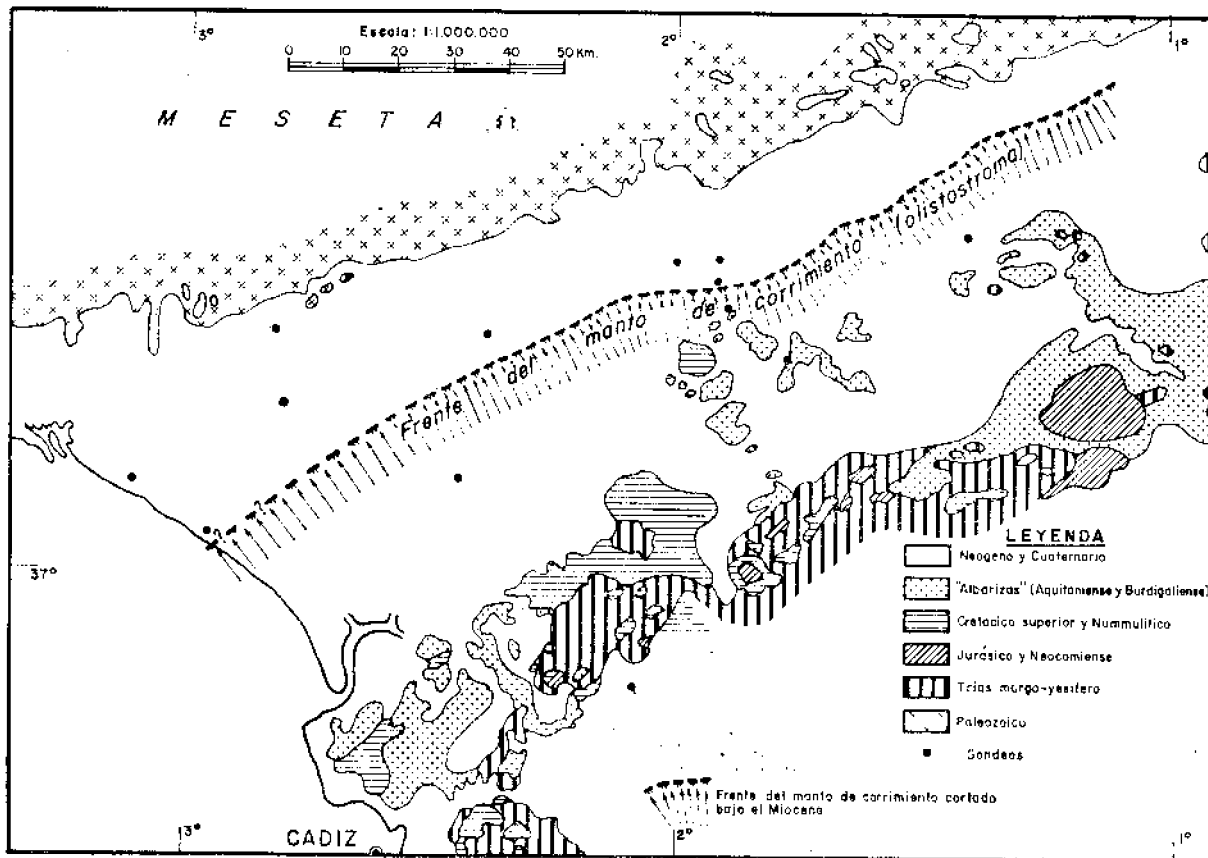
En las figuras 13 y 14 se pueden apreciar las isobatas del Paleozoico, de la línea de costa del Mesozoico y de la base del Mioceno. (Seg. E. PERCONIG).

En las figuras 15, 16 y 17 aparecen cortes estratigráficos y una reconstrucción paleogeográfica muy simplificada de la zona sur del Valle del Guadalquivir (Seg. E. PERCONIG). Mientras que en la zona actualmente ocupada por la cuenca del Guadalquivir se producía un hiato estratigráfico, en el área subbética se producía una sedimentación mesozoica y paleógena, de cuya evolución poco puede decirse, ya que los restos que podemos observar están rotos y fuertemente dislocados, «flotando» literalmente sobre el Trías o sobre la masa caótica del olistostroma, debido a un amplio deslizamiento gravitatorio regional de edad anterior al Burdigaliense Superior —edad más antigua encontrada en los sedimentos parautoctonos—, quizá en parte subaéreo, hacia una zona subsidente, que podríamos denominar «precuenca» del Guadalquivir, y en la cual se depositarían discordantemente sobre estas masas deslizadas calizas, margas, margocalizas y arenas de color blanco —facies que denominamos «albarizas»—, cuya composición química nos revela que este mar era extraordinariamente rico en sílice, posiblemente a causa de los sedimentos del sustrato y de condiciones físico-químicas adecuadas que permitieron su removilización y enriquecimiento secundario.

Debido a la estructura tan compleja y dislocada, difícilmente podemos llegar a identificar este movimiento con alguno de los movimientos alpinos, los cuales a su vez pliegan los sedimentos mesozoicos autóctonos de la cuenca, aunque con un estilo y geometría que nos es totalmente desconocida.

En esta facies paraautoctona de «albarizas», hay dos edades claramente definidas micropaleontológicamente:





Una Burdigaliense Superior-Serravalliense, y otra Tortoniense Superior-Andaluciense, faltando totalmente o en gran parte todo el Tortoniense.

Podemos pensar que este hiato estratigráfico se debe a una elevación —emersión consiguiente— de esta zona, y de entrada en subsidencia de otra más al Norte, cuenca del Guadalquivir en S.E., donde se produce la gran transgresión Tortoniense Superior.

Este fenómeno produce importantes desequilibrios gravitacionales, que se resuelven con un amplio deslizamiento submarino de los sedimentos alóctonos y paraautóctonos hacia la cuenca del mar tortoniense.

En algunos sondeos profundos, Ecija y Carmona, estos sedimentos de aporte gravitacional —olistostromicos— se encuentran suprayacentes ya sea sobre sedimentos de la transgresión del Tortoniense Superior —facies de borde de calizas arrecifales, areniscas y conglomerados—, ya sobre sedimentos tortonienses del mar profundo —margas azules— también de edad Tortoniense Superior.

La transgresión Tortoniense avanzó inicialmente en dirección al borde de la Meseta, para dar allí las calizas pararrecifales y sedimentos detríticos, cambiando luego su dirección para ir en dirección O. debido a un hundimiento general de la cuenca en este sentido, por un desplazamiento S.-N. del eje; es por ello que pasa imperceptiblemente la edad de la transgresión, de Tortoniense a Andaluciense, a partir de Alcalá del Río.

La gran potencia y uniformidad de los depósitos de margas azules Tortonienses, nos sugieren un mar de profundidad media con subsidencia pronunciada.

Insensiblemente y sin un cambio litológico las margas azules pasan a tener una edad Andaluciense. En los bordes de la cuenca cerca del Olistostroma, donde las albarizas del Burdigaliense sirven de línea de costa al mar Andaluciense, se originan unos sedimentos, similares a las albarizas, más antiguos, en parte por removilización y también por sedimentación normal, situados en el substrato de los sedimentos andalucenses habituales —la consideramos inicialmente, por tanto, un cambio lateral de las margas azules—.

Una nueva fase pulsatoria intrandaluciense del olistostroma afecta a estos sedimentos, albarizas del Burdigaliense Superior-Serravalliense y del Andaluciense, los cuales desde posiciones topográficamente más elevadas, se despegan del sustrato olistostromico y deslizan, empujando y deformando los sedimentos Andalucenses de su entorno.

Hacia el final del Andaluciense, se inicia la gran regresión finimiocena, la cual está preluada por la aparición de unos «Términos de alternancia», en los que aparecen intercalados niveles de margas arenosas, niveles de limos arenosos, arenas de playa, etc., para pasar finalmente a las facies netamente regresivas de arenas amarillas y de las «calcarenitas», de las que son característicos la gran cantidad de terrígenos.

Podemos asimilar las calcarenitas —o «caliza tosca» según la denominación local— a una serie de barras costeras imbricada en el sentido de la regresión —de Norte a Sur—, producidas en zonas de aguas más someras y con un gradiente de energía mayor que le da unas características bioclásticas, y en las que a veces entre dos barras consecutivas quedaban pequeños «lagoons» donde se depositaron las margas verdes, que se pueden apreciar claramente en una cantera situada a 800 m. a la derecha del cruce de las carreteras Alcalá de Guadaira-Dos Hermanas y Sevilla-Cádiz (X: 309.339 y 398.128).

Es muy probable que existiera una zona de ensenada, con aporte importante de aguas continentales, en la zona correspondiente al cauce bajo del río Guadalquivir a partir del codo que hace en Sevilla capital, donde deja el río de adaptarse al borde de la Meseta para girar en ángulo recto, debido a un accidente importante de zócalo, herencia de la orogenia hercínica, que sirviera de directriz a los aportes continentales durante el Andaluciense. Esto explicaría la pobreza en microfauna planctónica de los sedimentos de esta zona, la aparición de foraminíferos de aguas someras, la presencia de niveles repletos de plantas continentales, y los hallazgos de ostrácodos de aguas salobres. Igualmente, permitiría explicar al existencia de unas margas verdes sobre las calcarenitas, que sin tener una edad definitivamente pliocena, poseen una asociación faunística peculiar que han permitido al Dr. Enrico Perconig datarlas como tránsito Andaluciense-Plioceno, las cuales se depositaron en esta zona todavía marina, con una mayor subsidencia diferencial y no emergida, como lo estaban las áreas circundantes durante el levantamiento general de N. a S. de toda la cuenca.

No se puede hablar de la Historia Geológica del Neógeno del Valle del Guadalquivir, sin mencionar, aunque sea de paso, la evolución durante este tiempo del Mediterráneo. Esto posiblemente contribuirá a aclarar algo sobre la controversia existente en la actualidad sobre la denominación del neógeno terminal.

Tras la complejidad de la orogenia miocena en el área mediterránea, esta zona queda aislada de las aguas del Océano Atlántico, al levantarse un gran umbral en el Estrecho de Gibraltar, que impedía un aporte de aguas marinas de salinidad normal.

Por ello, durante el Mioceno terminal, y posiblemente durante los inicios del Plioceno, tiene lugar una sedimentación de carácter continental o evaporítico, que alterna localmente con episodios marinos en s. e. con microfauna abundante, figura 18.

Evidentemente el umbral (sill) del Estrecho de Gibraltar no actuó como un cierre total de la cuenca mediterránea a las aguas del Océano Atlántico, aportes más o menos continuos, en forma de catarata sobre el dique, permitieron los tramos de sedimentación marina alternantes con los tramos evaporíticos y un aporte más o menos continuo de sales que originaron los

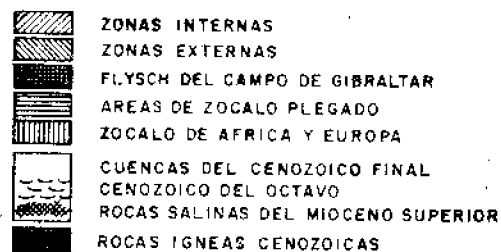
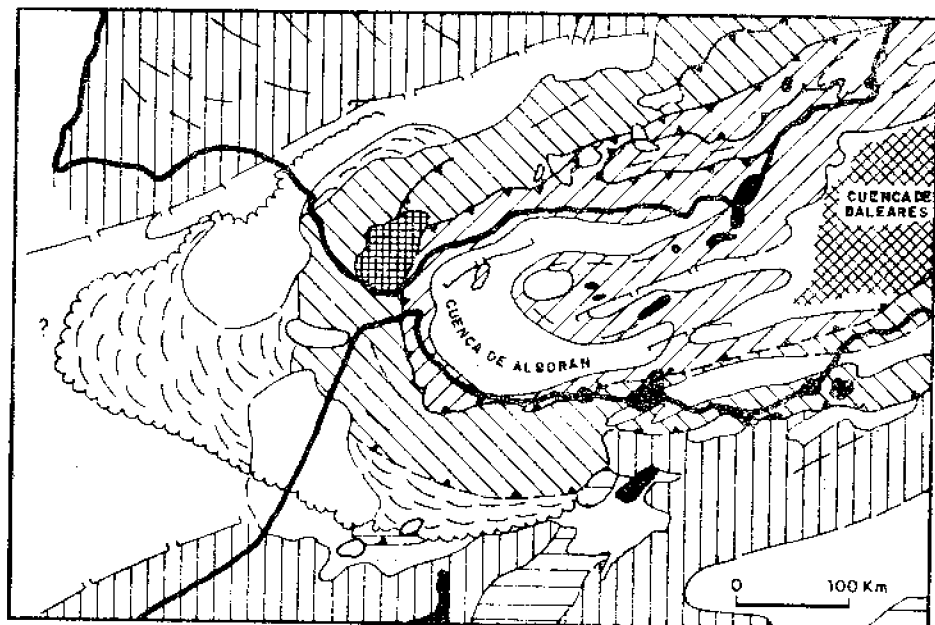
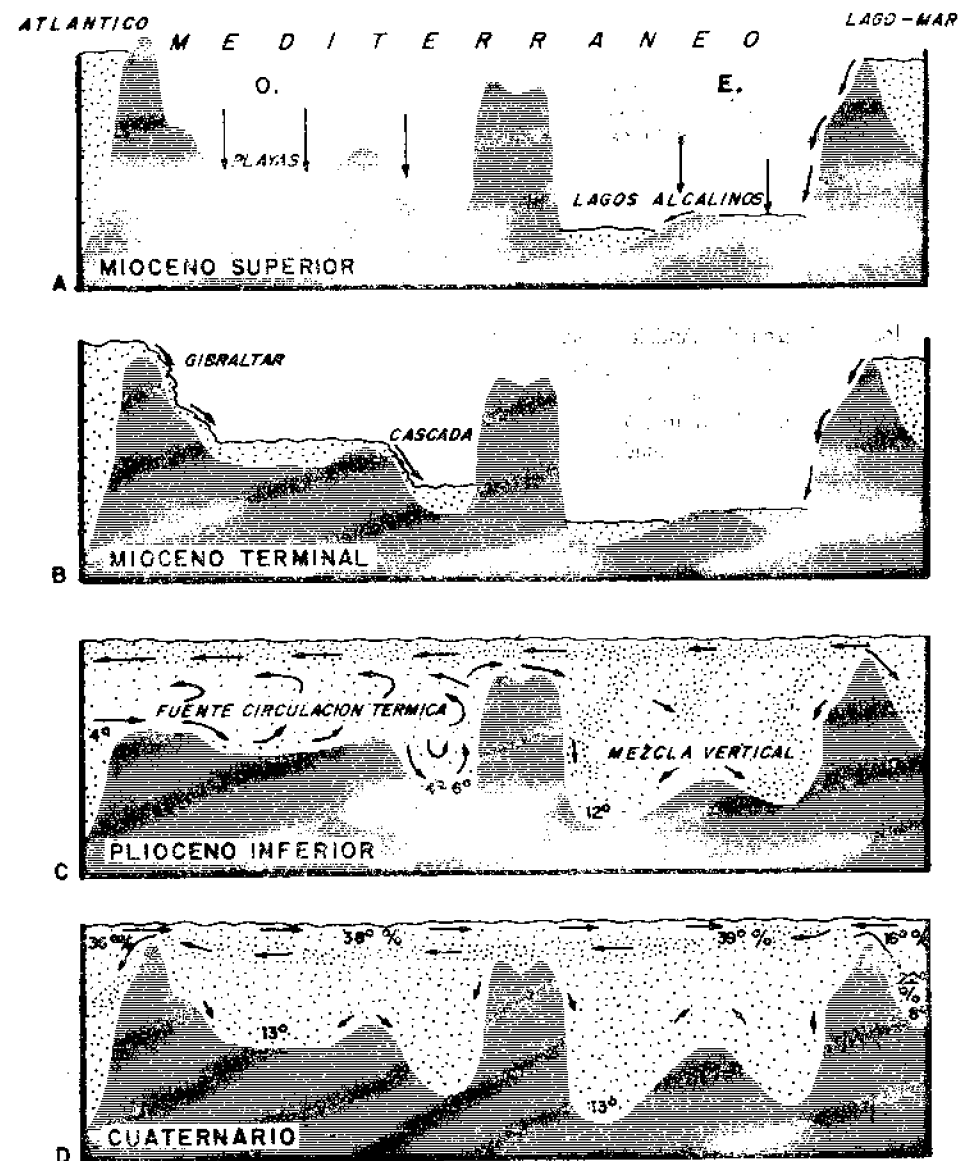


Figura 18

potentes depósitos evaporíticos mediterráneos, que se produjeron en aguas muy someras cargadas de sales (playas o sabkhas) o en un mar profundo hipersalino, según otros autores, figura 19.

En zonas cercanas al Estrecho de Gibraltar, SE. de la Península Ibérica y Costa Nofricana, hubo una sedimentación marina de importancia, pero con numerosos episodios continentales y evaporíticos.



Según Cita

Figura 19

La transgresión pliocena pone fin al aislamiento de la cuenca mediterránea, vuelve a quedar sumergido el Estrecho de Gibraltar y se reanuda la sedimentación marina normal. Corresponderían a este período las margas blancas «trubi» de Sicilia.

Paralelamente a esta sedimentación evaporítica en el área mediterránea, en el Valle del Guadalquivir se producía una continuidad de sedimentación totalmente marina, desde el Tortonense Superior. Los fenómenos orogénicos, que hemos descrito en páginas anteriores, sólo alteran la cuenca en cuanto a que se producen impresionantes deslizamientos subacuáticos con un marcado aspecto caótico (olistostroma) pero que quedan empastados dentro de las margas azules tortonienses, a las que siguen las margas azules de los comienzos del Andaluciense, en las que se encuentran grandes cantidades de foraminíferos cretácicos y eocenos, resedimentados desde las masas de olistostroma, margas que se hacen progresivamente más arenosas conforme avanza la regresión, para dar lugar a los sedimentos cargados de detriticos que denominados: arenas amarillas, «caliza tosca» y tramo de alternancias.

En algunos puntos, sobre la «caliza tosca», cuya parte terminal podría ser pliocena, se depositan las margas verdes pliocenas, marinas, que no se corresponden con el Plioceno inferior, determinado en Italia —Zanclien—, y que no poseen una fauna propia, sino una alteración de la biocenosis andaluciense, ya que estas margas verdes poseen foraminíferos del Andaluciense.

De lo antedicho se deduce el gran interés que tiene el Valle del Guadalquivir para poder definir con tramos totalmente marinos el Mioceno terminal o Andaluciense, pues existe una formación de muro —margas azules tortoniense— y otra de techo: margas verdes del paso Andaluciense-Plioceno.

Con anterioridad (POMEL, 1858) introdujo el término Saheliense, estro-tipo, CARNOT (Argelia), sólo válido para el O. del Mediterráneo donde hay cierta continuidad de sedimentación marina; RUGGIERI (1969) lo identifican con un subtipo inferior del Messiniense, TJALSMA y WONDERS (1972) lo identifican con la parte superior de la zona N. 16 (Tortoniense).

En 1858 y 1868 MAYER-HEIMAR define el Messiniense en Messina; SELLI, con posterioridad selecciona y describe un neoestratotipo en Sicilia Central, el cual se apoya en margas de edad tortoniense y está subyacente a margas blancas de gran profundidad (trubi) de edad Pliocena (Zanclien). La falta de fósiles —restringidos sólo a las intercalaciones margosas entre los niveles de yeso y anhidrita, hacen dificultosa la caracterización micro-paleontológica de este piso.

Con posterioridad a los sedimentos marinos ya descritos, se depositan discordantemente las denominadas «Arenas Basales», que podíamos asimilar en forma general a sedimentos correspondientes a un gran paleodelta, que ocasionalmente en vez de poseer las características sedimentológicas flu-

viales son francamente marinos —Formación de Lebrija—. Este término quizá podría corresponderse con formaciones totalmente marinas, encontradas en otras localidades, pero deficientemente estudiadas y que poseen fauna característica del Plioceno Medio. A veces esta formación es parálica: Turberas de El Picacho y de Los Caños.

Tras este período de sedimentación fluvio-marina, con bajo gradiente de energía, se produce una emersión importante de estos sedimentos, a excepción de la zona de ensenada que hoy constituyen las marismas, hay un marcado cambio climático, que podríamos hacer corresponder con los comienzos del Cuaternario, se produce una fuerte denudación de las Arenas Basales y las formaciones neógenas más altas, con el depósito sobre ellas de las formaciones rojas, alternado y seguido por violentos episodios xerotérmicos que producen la aparición de fuertes costras ferralíticas en y sobre la Formación Roja.

Un hecho que parece certificar la no emersión de la zona de marismas a comienzos del Cuaternario, y la llegada del glacis hasta el borde del mar, es la aparición de una gran lumaquela de ostreas en la base de la Formación Roja cerca del Pueblo de Villamanrique de la Condesa (Hoja de Almonte), hecho hasta ahora inédito en toda la zona estudiada del Valle del Guadalquivir.

Sucesivos descensos del nivel de base provocaron el encajamiento de la red fluvial y la formación de terrazas, así como el progresivo relleno de la ensenada de las marismas hasta dejarla reducida a su estado actual.

Localmente, en zonas cercanas a la costa, se han producido intensas removilizaciónes eólicas, en forma de dunas y mantos de diversa antigüedad, pero todos ellos holocenos.

## 4 GEOLOGIA ECONOMICA

### 4.1 MINERIA Y CANTERAS

La minería en la Hoja de Dos Hermanas es inexistente y no nos parece posible que existan argumentos que impliquen alguna posibilidad en este sentido, incluso las Arenas Basales, que como en todas las Hojas en las que aparece esta formación, poseen concentraciones a veces espectaculares de minerales pesados, aparecen con potencias visibles pequeñas, coluvionadas y erosionadas bien por la Formación Roja o en períodos cuaternarios más recientes.

Las canteras son muy abundantes en la Hoja. En las calcarenitas hubo un período en el que se practicaron grandes cortas, hoy en la actualidad muy restringidas, con el fin de proporcionar áridos y material para caleras locales; desgraciadamente su alto contenido de óxido de hierro los hace totalmente inadecuadas para la fabricación del cemento.



También con destino a la obtención de áridos existen canteras en las graveras de las terrazas bajas del Guadalquivir, sobre todo cerca del borde norte de la Hoja y en el borde sur se explotan para áridos las Arenas Basales y la Formación Roja, aunque las gravas de la Formación Roja son poco adecuadas, ya que poseen película de cemento carbonatado-ferruginoso, lo que implica un tratamiento previo de descascarillado que encarece la producción.

## 4.2 HIDROGEOLOGIA

Desde un punto de vista hidrogeológico, podemos considerar la Hoja de Dos Hermanas dividida en tres zonas con características marcadamente distintas: Tercio occidental de la Hoja. En la mitad norte de esta zona, las posibilidades hidrogeológicas son muy pequeñas, ya que los limos amarillos andalucenses son bastante impermeables. El tramo de alternancias, quizá alimentado lateralmente, podría proporcionar pequeños caudales en las zonas de alternancia de arenas sueltas. La parte sur de esta zona de la Hoja puede tener un cierto interés, ya que los conglomerados Cuaternarios, suprayacentes a las arenas basales, poseen una buena permeabilidad y podrían alimentar a un acuífero en esta última formación. Considerados en sí mismos, los conglomerados cuaternarios, Formación Roja, quedan morfológicamente colgados en relación con las redes fluviales actuales, por ello es imposible que puedan constituir un acuífero.

Tercio central de la Hoja. Esta zona está compuesta por las terrazas bajas y los niveles de marisma. Las terrazas bajas, que tienen una potencia de unos diez metros, son el asiento de numerosos pozos que bombean agua del subalveo del río Guadalquivir, por ello se obtienen importantes aforos. La zona de marisma sólo tiene posibilidades hidrogeológicas en las Arenas Basales y restos de Formación Roja que estén soterrados por los sedimentos de marisma: limos y arcillas.

El tercio oriental de la Hoja está compuesto básicamente por calcarenitas, las cuales con gran frecuencia están karstificadas, según puede observarse en los cortes observables en las abundantes canteras que están situadas en esta zona. Al norte del pueblo de Dos Hermanas, las calcarenitas quedan topográfica e hidrogeológicamente colgadas, sobre todo los niveles superiores, drenándose hacia el Guadalquivir los pequeños caudales que pudiesen existir. Esto queda demostrado por la aparición de zonas bajas de pie de monte intensamente travertinizadas, por las aguas de pequeñas surgencias kársticas. Por el contrario, al sur de la población anteriormente citada, las calcarenitas quedan muy deprimidas topográficamente, apareciendo incluso en el borde de la marisma, cerca del pueblo de Los Palacios y Villafranca. En esta zona están recubiertas en buena parte por las margas verdes del Andaluense-Plioceno, por las Arenas Basales, por la Formación Roja localmente,

y por las Arenas Basales coluvionadas, que recubren prácticamente toda esta zona de la Hoja. El contacto de estas formaciones con este objetivo alcanza el nivel de «caliza tosca»; suelen dar caudales que permiten abastecimientos locales de industrias y explotaciones agropecuarias. La búsqueda de agua en las calcarenitas, con la incertidumbre que comporta siempre toda investigación hidrogeológica en karsts, podría producir buenos resultados.

## 5 BIBLIOGRAFIA

- BERGGREN, W. A., y VAN COUVERING, J. A. (1974).—«The Late Neogene», Dev. in Pal. and Str. Elsevier ed.
- CARATINI, C., VIGUIER, C. (1973).—«Etude palynologique et sedimentologique des sables Holocenes de la falaise littorale d'El Asperillo (Huelva)». *Est. Geol.* Vol. XXIX, C. S. I. C., Madrid.
- CITA, M.B.—«Mediterranean evaporite: Paleontological arguments for a Deepbasin dessication model».
- CLIFTON, E.; HUNTER, R., y PHILLIPS, L. (1971).—«Depositional structures and processes in the non-barred High-energy nearshore». *Journal of Sedim. Petrology*. Vol. 41, núm. 3, pp. 651-670.
- FRIEDMANN, G. M. (1961).—«Distinction between dune, beach and river sands, from their textural characteristics». *Journal of Sedimentary Petrology*. Vol. 31, núm. 4.
- GAVALA, J. (1936).—«Memoria explicativa de la Hoja Geológica 1:50.000, número 1.017, El Asperillo». IGME, Madrid.
- (1949).—«Memoria explicativa de la Hoja Geológica 1:50.000, núm. 1.018, El Rocío». IGME, Madrid.
- (1952).—«Memoria explicativa de la Hoja Geológica 1:50.000, núm. 1.033, Palacio de Doñana». IGME, Madrid.
- LEYVA, F. (1973).—«Memoria explicativa de la Hoja Geológica 1:50.000 número 983, Sanlúcar la Mayor». IGME, Madrid.
- (1974).—«Memoria explicativa de la Hoja Geológica 1:50.000, núm. 1.000, Moguer». IGME, Madrid.
- (1974).—«Memoria explicativa de la Hoja Geológica 1:50.000 núm. 1.033, Palacio de Doñana». IGME, Madrid.
- MAGNE, J., y VIGUIER, C. (1970).—«Stratigraphie du Néogene de la bordure méridionale de la Sierra Morena entre Huelva et Carmona». *Bulletin de la Société Géologique de France*. T. XII, pp. 200-209, Paris.
- MALDONADO, A. (1972).—«El delta del Ebro. Boletín de Estratigrafía». *Facultad de Ciencias*. Barcelona.
- MENENDEZ AMOR, J. (1964).—«Resultados del análisis paleobotánico de

- una capa de turba en las cercanías de Huelva». *Estudios Geológicos*. Inst. Lucas Mallada C. S. I. C., vol. XX, pp. 183-186, Madrid.
- MONTENAT, C.—«Le miocene terminal des chaines betiques (Espagne meridionale). Esquisse paleogeographique».
- MULDER, C. J. (1973).—«Tectonic framework and distribution of Miocene evaporites in the Western Mediterranean. Messinian events in the Mediterranean Geodynamics scientific Report of the colloquium held in Utrecht».
- MUÑOZ CABEZON, C. (1967).—«Memoria del Sondeo núm. 9 "El Asperillo". Comisión de Investigaciones Petrolíferas "Valdebro"». Madrid (inédito).
- PASSEGA, R. (1957).—«Texture as characteristic of clastic deposition». *Bulletin of the American Association of Petroleum Geologists*, V. 41, número 9, pp. 1952-1984.
- PASTOR, F., y LEYVA, F. (1974).—«Memoria explicativa de la Hoja Geológica 1:50.000 núm. 1.000, Moguer, IGME, Madrid».
- PERCONIG, E. (1962).—«Livre a la mémoire du professeur Paul Fallot. L'évolution paléogéographique et structurale des domaines méditerranéens et alpins d'Europe. Société Géologique de France, T. I. Paris».
- (1964).—«El límite Oligoceno-Mioceno y la fase terminal marina del Mioceno. II Reunión del Comité del Neógeno Mediterráneo (Sabadell-Madrid)». *Cursillos y Conferencias del Inst. Lucas Mallada. C. S. I. C., fasc. IX*, pp. 218-229, Madrid.
- (1966).—«Sobre la proposición del nuevo término estratigráfico Andalusense para indicar la fase terminal del Mioceno de facies marina». *Notas y Comunicaciones IGME*, Vol. 91, pp. 13-40, Madrid.
- (1966).—«Sull'esistenza del Miocene Superiore in facies marina nella Spagna meridionale». *III Reunión C. N. M. S.*, pp. 288-303, Berna.
- (1968).—«Biostratigrafia della sezione di Carmona in base al foraminiferi planctonici». *Giornale di Geologia. IV Congreso Intern. de Geologia*, Vol. 35, pp. 191-218, Bologna.
- (1971).—«Sobre la edad de la transgresión del Terciario marino en el borde meridional de la meseta». *I Congreso Hispano-Luso-Americano de Geologia Económica*. Vol. 29, pp. 309-323, Madrid-Lisboa.
- (1974).—«Informe Geológico sobre el substrato de la parte Occidental del Valle del Guadalquivir». E. N. ADARO (Div. de Geologia) (inédito).
- PÉREZ MATEOS, y ORIOL RIBA (1961).—«Estudio de los sedimentos Pliocenos y Cuaternarios de Huelva». *II Reunión de Sedimentología C. S. I. C.*, pp. 88-94, Madrid.
- SAAVEDRA, J. L., y BOLLO, M. F. (1966).—«Estudio Geológico-Estructural de la cuenca del río Genil». *Ministerio Obras Públicas C. E. H.*, pp. 1-45, Madrid.
- TORRES, T. (1974).—«Memoria explicativa de la Hoja Geológica 1:50.000 núm. 999, Huelva. IGME, Madrid».

- (1974).—«Memoria explicativa de la Hoja Geológica 1:50.000 núm. 984, Sevilla. IGME, Madrid».
- VIGUIER, C. (1969).—«Precisiones acerca del Neógeno en Dos Hermanas (Sevilla)». *Boletín Geológico y Minero. IGME, T. LXXX, V. 6*, pp. 545-546, Madrid.
- VIGUIER, C. (1974).—«Le Neogène de l'Andalousie Nord occidentale». *These d'Etat Université de Bordeaux*.